

#2

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-355462

(43)Date of publication of application : 26.12.2001

(51)Int.Cl. F02D 13/02  
F01L 1/34  
F01L 13/00

(21)Application number : 2000-179358

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 09.06.2000

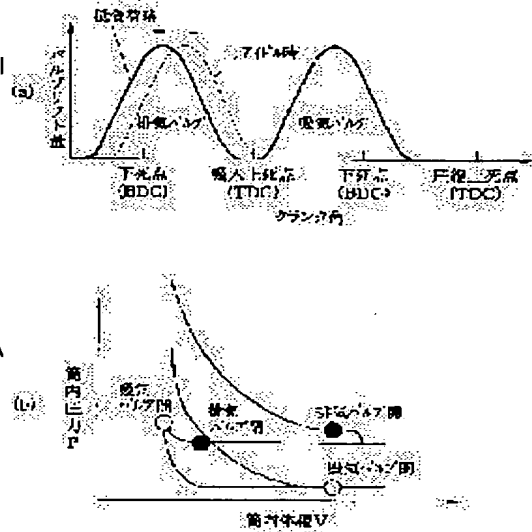
(72)Inventor : SATO OSAMU

## (54) VARIABLE VALVE TIMING CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain the effect of improving fuel consumption by internal EGR without worsening the combustion state of an internal combustion engine.

**SOLUTION:** An intake valve and an exhaust valve of the internal combustion engine are respectively provided with variable valve timing devices. In a low-rotation low-load region (but in a higher load region than idling time), exhaust valve early closing control is executed to close the exhaust valve at earlier timing than the intake top dead center, thus confining combustion gas remaining in a cylinder. Further, the opening timing of the intake valve is set to almost the intake top dead center or slower timing to compress residual gas in the cylinder by a piston in a period from the closing of the exhaust valve to the intake top dead center, thus heightening the temperature in the cylinder. A mixture can thereby be taken into the cylinder in the state of the temperature in the cylinder being higher than that of the internal EGR based on a conventional valve overlap, so that the atomization of fuel in the cylinder is improved to stabilize the combustion state.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

出た特許あり。 ~~05200/050067~~  
056405694

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2001-355462

(P 2 0 0 1 - 3 5 5 4 6 2 A)

(43) 公開日 平成 13 年 12 月 26 日 (2001.12.26)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
F02D 13/02		F02D 13/02	G 3G018
			H 3G092
			J
F01L 1/34		F01L 1/34	E
13/00	301	13/00	301 Y
		審査請求	未請求
		請求項の数	20 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願 2000-179358 (P 2000-179358)

(22) 出願日 平成 12 年 6 月 9 日 (2000.6.9)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

(72) 発明者 佐藤 修

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会  
社デンソー内

(74) 代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

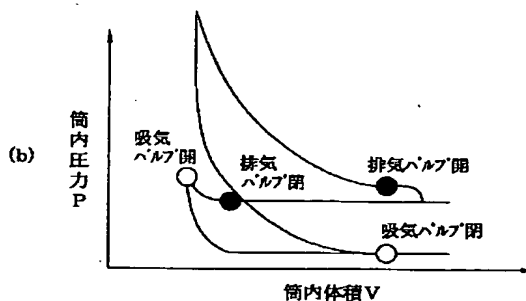
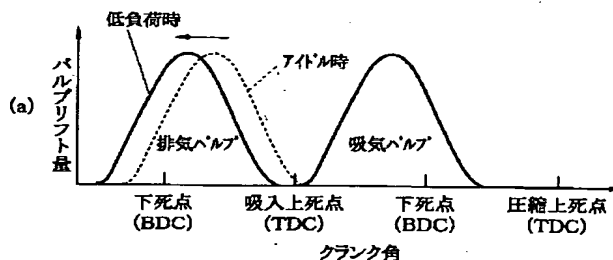
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の可変バルブタイミング制御装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関の燃焼状態の悪化を招くことなく内部 EGR による燃費向上の効果を得ることができるようにする。

【解決手段】 内燃機関の吸気バルブと排気バルブに、それぞれ可変バルブタイミング装置を設ける。低回転、低負荷領域 (但しアイドル時よりも高い負荷領域) では、排気バルブ早閉じ制御を実施して、排気バルブを吸入上死点よりも早いタイミングで閉弁することで、筒内に残留する燃焼ガスを閉じ込める。更に吸気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅いタイミングに設定することで、排気バルブの閉弁から吸入上死点までの期間に筒内の残留ガスをピストンで圧縮して筒内温度を上昇させる。これにより、筒内温度を従来のバルブオーバーラップによる内部 EGR よりも高温にした状態で筒内に混合気を取り入れることができ、筒内での燃料の霧化を向上させて燃焼状態を安定させることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置と、この可変バルブタイミング装置を制御するバルブタイミング制御手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、

前記バルブタイミング制御手段は、前記排気バルブの閉弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御する排気バルブ早閉じ制御を実施することを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 2】 前記バルブタイミング制御手段は、部分負荷運転中に前記排気バルブ早閉じ制御を実施することを特徴とする請求項 1 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 3】 前記バルブタイミング制御手段は、前記排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブ閉弁タイミングを、アイドル運転中の排気バルブ閉弁タイミングよりも進角側に制御することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 4】 前記可変バルブタイミング装置は、前記排気バルブのバルブタイミングの位相を可変する位相可変機構で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 5】 前記可変バルブタイミング装置は、前記排気バルブの作用角を可変する作用角可変機構で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 6】 前記内燃機関は、筒内混合気の空燃比が理論空燃比よりもリーン側に制御されることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 7】 前記内燃機関は、筒内に燃料を噴射する筒内噴射式エンジンで構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 8】 前記内燃機関は、ディーゼルエンジンで構成されていることを特徴とする請求項 6 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 9】 前記バルブタイミング制御手段は、前記排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブ閉弁タイミングを機関回転速度と負荷に基づいて制御することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 10】 内燃機関の吸気側と排気側の両方にそれぞれ可変バルブタイミング装置を備え、

前記バルブタイミング制御手段は、前記排気バルブ早閉じ制御中に、前記吸気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅角側に制御することを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれかに記載の内燃機関の可変バ

ルブタイミング制御装置。

【請求項 11】 前記バルブタイミング制御手段は、前記排気バルブ早閉じ制御中に、前記吸気バルブの開弁タイミングを下死点よりも進角側に制御することを特徴とする請求項 10 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 12】 前記バルブタイミング制御手段は、アイドル運転中には、前記排気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点に制御し、低負荷運転中には、前記排気バルブ早閉じ制御を実施し、中負荷及び高負荷運転中には、前記排気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅角側に制御することを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 13】 内燃機関の吸気側と排気側の両方にそれぞれ可変バルブタイミング装置を備え、

前記バルブタイミング制御手段は、部分負荷運転中には、前記吸気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅角側に制御し、全負荷運転中には、前記吸気バルブの開弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御することを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 14】 前記バルブタイミング制御手段は、部分負荷運転中には、前記吸気バルブの開弁タイミングを負荷の減少に応じて下死点よりも進角側に制御し、全負荷運転中には、前記吸気バルブの開弁タイミングを下死点よりも遅角側に制御することを特徴とする請求項 13 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 15】 内燃機関の排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置と、この可変バルブタイミング装置を制御するバルブタイミング制御手段とを備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置において、前記バルブタイミング制御手段は、前記排気バルブの開弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御する排気バルブ早閉じ制御と、前記排気バルブの開弁タイミングを吸入上死点よりも遅角側に制御する排気バルブ遅閉じ制御とを負荷に応じて切り換えることを特徴とする内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 16】 前記バルブタイミング制御手段は、高負荷運転中に前記排気バルブ遅閉じ制御を実施することを特徴とする請求項 15 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 17】 前記バルブタイミング制御手段は、アイドル運転中に前記排気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点に制御することを特徴とする請求項 15 又は 16 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 18】 前記バルブタイミング制御手段は、機関回転速度に基づいて前記排気バルブ早閉じ制御と前記排気バルブ遅閉じ制御とを切り換えることを特徴とする請求項 15 乃至 17 のいずれかに記載の内燃機関の可変

バルブタイミング制御装置。

【請求項 19】 前記バルブタイミング制御手段は、高回転運転中に前記排気バルブ遅閉じ制御を実施することを特徴とする請求項 18 に記載の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【請求項 20】 前記バルブタイミング制御手段は、ノッキング発生時に前記排気バルブ遅閉じ制御に切り換えるか又は前記排気バルブの閉弁タイミングを遅角側に制御することを特徴とする請求項 15 乃至 19 のいずれかに内燃機関の可変バルブタイミング制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の排気バルブのバルブタイミングを可変する可変バルブタイミング装置を備えた内燃機関の可変バルブタイミング制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、車両に搭載される内燃機関においては、出力向上、燃費節減、排気エミッション低減を目的として、可変バルブタイミング装置を採用したものが増加しつつある。現在、実用化されている可変バルブタイミング装置は、吸気バルブのバルブタイミングの進角量を制御するものが多く、部分負荷時に吸気バルブのバルブタイミングを進角させてバルブオーバーラップ量を増大させることで、内部 EGR 量（残留ガス量）を増加させてポンピング損失を低減し、燃費を向上させるようにしている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、吸入空気量が少ない低負荷運転中は、バルブオーバーラップ量を大きくして内部 EGR 量を多くすると、残留ガスの吸気側への吹き返しにより筒内への吸入空気を取り入れが妨げられるため、燃焼状態が悪化して排気エミッションが悪化したり、エンジン振動が増大してドライバビリティが悪化するおそれがある。このため、従来システムでは、低負荷運転時には、燃焼安定性を優先して内部 EGR を少なくする必要があり、内部 EGR によって燃費を改善できる運転領域が中負荷以上に限られてしまい、その分、燃費向上効果が少なくなるという欠点があった。

【0004】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、低負荷運転時でも燃焼状態の悪化を招くことなく内部 EGR による燃費向上の効果を得ることができ、燃費、排気エミッション、ドライバビリティを全て向上させることができる内燃機関の可変バルブタイミング制御装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】従来のバルブオーバーラップによる内部 EGR は、バルブオーバーラップ時に筒内の残留ガス（内部 EGR ガス）が吸入空気と混ざり合

って筒内温度が低下することが燃焼性低下の 1 つの原因となっていた。

【0006】この点を考慮し、本発明の請求項 1 の内燃機関の可変バルブタイミング制御装置は、バルブタイミング制御手段によって排気バルブの閉弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御する排気バルブ早閉じ制御を実施することで、バルブオーバーラップを用いずに内部 EGR を実現する。本発明のように、排気バルブを吸入上死点よりも早いタイミングで閉じれば、筒内に残留する燃焼ガスが筒内に閉じ込められ、内部 EGR ガスとなる。この際、吸気バルブは、残留ガスの閉じ込め後も暫く閉じた状態に維持されるため、従来のバルブオーバーラップによる内部 EGR と異なり、吸入空気を取り込みによる残留ガスの温度低下を防ぐことができると共に、排気バルブの閉弁タイミングから吸入上死点（又は吸気バルブの開弁タイミング）までの期間に筒内の残留ガスをピストンで圧縮して残留ガスの温度を上昇させることができる。従って、本発明では、低負荷運転時に内部 EGR（排気バルブ早閉じ制御）を実施しても、筒内温度を従来の内部 EGR よりも高温にした状態で筒内に混合気を取り入れることができ、筒内での燃料の霧化を向上させて燃焼状態を安定させることができる。これにより、低負荷運転時に内部 EGR（排気バルブ早閉じ制御）を実施しても、燃焼悪化によるエミッション悪化を防止できると共に、エンジン振動を低減してドライバビリティを向上でき、しかも、燃焼状態の安定化と内部 EGR との相乗効果により燃費を向上できる。

【0007】この場合、請求項 2 のように、部分負荷運転中に排気バルブ早閉じ制御を実施すると良い。部分負荷運転中は、全負荷運転時に比べて吸入空気量が少なく、残留ガス割合が高くなるため、従来の内部 EGR では燃焼性が低下するが、排気バルブ早閉じ制御を実施すれば、筒内温度を従来の内部 EGR よりも高温にした状態で筒内に混合気を取り入れることができ、燃焼状態を安定させて、失火やドライバビリティの悪化を防止しながら、燃費を向上させることができる。

【0008】また、請求項 3 のように、排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブ閉弁タイミングを、アイドル運転中の排気バルブ閉弁タイミングよりも進角側に設定すると良い。換言すれば、アイドル運転中の排気バルブ閉弁タイミングを排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブ閉弁タイミングよりも遅角側に設定すると良い。つまり、排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブの閉弁タイミングが遅くなるほど、筒内に閉じ込められる残留ガス量が減少するため、アイドル運転中の排気バルブの閉弁タイミングを排気バルブ早閉じ制御中よりも遅くすれば、アイドル運転中の残留ガス割合が排気バルブ早閉じ制御中の残留ガス割合よりも少なくなる。アイドル運転中は、吸入空気量が最小限に絞られるため、残留ガス割合が少ない方が燃焼状態が安定して、アイドル回転を安定させるこ

とができ、アイドル時の振動を低減できると共に、アイドル時の未燃成分の排出量も低減できる。

【0009】また、請求項4のように、可変バルブタイミング装置を、排気バルブのバルブタイミングの位相を可変する位相可変機構で構成しても良い。このようにすれば、現在、量産されている位相可変機構を用いて排気バルブ早閉じ制御を低コストで実施することができる。

【0010】但し、位相可変機構で排気バルブ早閉じ制御を実施すると、排気バルブの開弁タイミングが進角されるのと同じ進角量だけ排気バルブの開弁タイミングも進角されてしまうため、膨張行程の終了時期が早まって、燃焼ガスが最後まで仕事を行わないうちに排気が開始されてしまい、その分、燃費向上効果が低下する。

【0011】そこで、請求項5のように、可変バルブタイミング装置を、排気バルブの作用角を可変する作用角可変機構で構成しても良い。このようにすれば、排気バルブの開弁タイミングをほとんど変化させずに、開弁タイミングのみを進角させることができるので、膨張行程の終了時期が早まらず、燃焼ガスの有効仕事が減少することを防止でき、燃費を効果的に向上することができる。

【0012】本発明は、理論空燃比で運転する通常エンジンに適用しても良いが、請求項6のように、筒内混合気の空燃比を理論空燃比よりもリーン側に制御する内燃機関に適用しても良い。排気バルブ早閉じ制御による燃焼状態の安定化により、筒内混合気のリーン燃焼限界をリーン側に拡大することができ、その分、燃費を向上できると共に、NO<sub>x</sub>排出量を低減することができる。

【0013】また、本発明は、一般の吸気ポート噴射式エンジン（リーンバーンエンジンを含む）に適用しても良いが、請求項7のように、筒内に燃料を噴射する筒内噴射式エンジンに適用するようにしても良い。筒内噴射式エンジンは、点火プラグの近傍に燃料を噴射して成層混合気を形成して成層燃焼させるため、吸気ポート噴射式エンジンよりも内部EGR量を多くしても安定燃焼させることができる利点がある。しかし、筒内噴射式エンジンは、圧縮比を高くするために、吸入上死点付近では、ピストン上端面が燃焼室の上面にかなり接近するように設計されている。このため、従来のバルブオーバーラップによる内部EGR制御では、排気バルブの開弁タイミングを遅角し過ぎたり、吸気バルブの開弁タイミングを進角し過ぎると、吸入上死点付近で排気バルブや吸気バルブがピストンに衝突してしまうため、内部EGR量をあまり増大させることができなかった。

【0014】その点、本発明の排気バルブ早閉じ制御は、排気バルブの開弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御するので、その進角量を大きくして残留ガス量を多くしても、排気バルブがピストンに衝突することを回避できる。従って、筒内噴射式エンジンで排気バルブ早閉じ制御を実施すれば、残留ガス量を従来よりも多

くすることが可能となり、筒内温度を上昇させて燃焼性を向上させることができ、未燃成分の排出量を低減することができる。

【0015】また、請求項8のように、本発明をディーゼルエンジンに適用するようにしても良い。ディーゼルエンジンは、筒内噴射式エンジンよりも更に圧縮比が高く、吸・排気バルブとピストンの衝突の問題により、従来の方法では、内部EGRを増やすことができなかったが、本発明の排気バルブ早閉じ制御によって、ディーゼルエンジンでも、残留ガス量を増大させてEGR効果

を高めることができ、NO<sub>x</sub>とPM（粒子状物質）の同時低減が可能になる。

【0016】また、請求項9のように、機関回転速度と負荷に基づいて排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブのバルブタイミングを制御するようにしても良い。このようにすれば、排気バルブ早閉じ制御中の残留ガス量や筒内温度を運転状態に応じて適正化することができるため、残留ガス量が過多になって排気エミッションが悪化することを防止できると共に、筒内温度が上昇し過ぎてノッキングが発生することを防止できる。

【0017】以上説明した各請求項に係る発明は、排気側のみに可変バルブタイミング装置を備えた内燃機関に限定されず、吸気側と排気側の両方にそれぞれ可変バルブタイミング装置を備えた内燃機関にも適用できることは言うまでもない。

【0018】吸気側と排気側の両方にそれぞれ可変バルブタイミング装置を備えた内燃機関に本発明を適用する場合は、請求項10のように、排気バルブ早閉じ制御中に、吸気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅角側に制御するようにしても良い。このようにすれば、排気バルブの開弁タイミングから略吸入上死点までの期間は、吸気バルブが閉じた状態を維持して、筒内に閉じ込めた残留ガスをピストンで圧縮して残留ガスの温度を上昇させることができ、燃焼状態を安定させることができる。

【0019】この場合、請求項11のように、排気バルブ早閉じ制御中に、吸気バルブの開弁タイミングを下死点よりも進角側に制御するようにしても良い。このように、吸気バルブを下死点よりも早いタイミングで閉じると、有効圧縮比が減少してポンピング損失が減少するため、燃費を向上させることができる。この場合、有効圧縮比を減少させても、排気バルブ早閉じ制御による燃焼安定化効果によって、燃焼状態の悪化を抑えることができる。

【0020】また、請求項12のように、アイドル運転中には、排気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点に制御し、低負荷運転中には、排気バルブ早閉じ制御を実施し、中負荷及び高負荷運転中には、排気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅角側に制御

気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点に制御して、アイドル運転中の残留ガス割合を最小にすることで、アイドル安定性を確保し、低負荷運転中は、排気バルブ早閉じ制御を実施して、燃焼状態を安定化させながら燃費を向上させる。しかし、排気バルブ早閉じ制御では、残留ガスを圧縮するため、その分、ポンピング損失が増える。そこで、十分なエンジン出力を必要とする中負荷及び高負荷運転中は、排気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅角側に制御することで、ポンピング損失を減少させてエンジン出力を増加させながら、吸入上死点から排気バルブが閉じるまでの期間に、排気系から排ガスを筒内に再吸入して内部EGR量を確保し、燃費向上を図る。

【0021】また、吸気側と排気側の両方にそれぞれ可変バルブタイミング装置を備えた内燃機関においては、請求項13のように、部分負荷運転中に、吸気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点又はそれよりも遅角側に制御し、全負荷運転中に、吸気バルブの開弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御するようにしても良い。つまり、部分負荷運転中は、燃焼安定性や燃費向上を優先して、吸気バルブを吸入上死点以降に開弁する。これにより、部分負荷運転中は、排気バルブの開弁タイミングから吸入上死点までの期間に、吸気バルブが閉じた状態を維持して筒内の残留ガスをピストンで圧縮して筒内温度を上昇させることで、燃焼安定性や燃費を向上させる。一方、全負荷運転中は、多量の吸入空気を筒内に取り込む必要があるため、吸気バルブを吸入上死点よりも前に開弁し、できるだけ早期に筒内への吸入空気の取り込みを開始して吸入空気量を増加させ、エンジン出力を高める。

【0022】更に、請求項14のように、部分負荷運転中には、吸気バルブの開弁タイミングを負荷の減少に応じて下死点よりも進角側に制御し、全負荷運転中には、吸気バルブの開弁タイミングを下死点よりも遅角側に制御するようにしても良い。つまり、部分負荷運転中は、吸気バルブを下死点よりも早いタイミングで閉じて有効圧縮比を減少させることで、ポンピング損失を減少させて燃費を向上させる。一方、全負荷運転中は、吸気バルブを下死点よりも遅いタイミングで閉じることで、下死点以後も吸入空気を慣性により筒内に充填して吸入空気量を増加させ、エンジン出力を高める。

【0023】一方、請求項15のように、排気バルブの開弁タイミングを吸入上死点よりも進角側に制御する排気バルブ早閉じ制御と、排気バルブの開弁タイミングを吸入上死点よりも遅角側に制御する排気バルブ遅閉じ制御とを負荷に応じて切り換えるようにしても良い。例えば、低負荷領域では、排気バルブ早閉じ制御を実施して、燃焼状態を安定化させながら燃費を向上させ、それ以上の負荷領域では、排気バルブ遅閉じ制御を実施して、ポンピング損失を減少させて、エンジン出力を増加

させるようにすると良い。

【0024】この場合、請求項16のように、高負荷運転中に排気バルブ遅閉じ制御を実施すると良い。前述したように、排気バルブ早閉じ制御では、ポンピング損失が増えるので、高負荷運転中は、排気バルブ遅閉じ制御を実施して、ポンピング損失を減少させてエンジン出力を確保するようにすると良い。

【0025】また、請求項17のように、アイドル運転中には、排気バルブの開弁タイミングを略吸入上死点に制御すると良い。このようにすれば、アイドル運転中に残留ガス割合を最小にしてアイドル安定性を確保することができる。

【0026】更に、請求項18のように、機関回転速度に基づいて排気バルブ早閉じ制御と排気バルブ遅閉じ制御とを切り換えるようにしても良い。例えば、機関回転速度が所定値以下の領域では、排気バルブ早閉じ制御を実施して、燃焼状態を安定化させながら燃費を向上させ、それ以上の回転速度領域では、請求項19のように、排気バルブ遅閉じ制御を実施して、ポンピング損失を減少させて、機関回転速度の上昇性（加速性）を向上させるようにすると良い。

【0027】また、請求項20のように、ノッキング発生時に、排気バルブ遅閉じ制御に切り換えるか又は排気バルブの開弁タイミングを遅角側に制御するようにしても良い。このようにすれば、ノッキング発生時に、筒内温度を排気バルブ早閉じ制御時よりも低下させることができるので、ノッキングの発生を抑制することができる。

【0028】

【発明の実施の形態】 【実施形態（1）】以下、本発明の実施形態（1）を図1乃至図10に基づいて説明する。まず、図1に基づいてシステム全体の概略構成を説明する。吸気ポート噴射式内燃機関であるDOHCガソリンエンジン11は、クランク軸12からの動力がタイミングチェーン13により各スプロケット14、15を介して吸気側カム軸16と排気側カム軸17とに伝達されるようになっている。この吸気側カム軸16には、クランク軸12に対する吸気側カム軸16の回転位相を調整する油圧駆動式の吸気側可変バルブタイミング装置18が設けられ、該吸気側カム軸16には、所定のカム角毎に吸気側カム角信号を出力する吸気側カム角センサ19が取り付けられている。また、排気側カム軸17には、クランク軸12に対する排気側カム軸17の回転位相を調整する油圧駆動式の排気側可変バルブタイミング装置20が設けられ、該排気側カム軸17には、所定のカム角毎に排気側カム角信号を出力する排気側カム角センサ21が取り付けられている。一方、クランク軸12には、所定のクランク角毎にクランク角信号を出力するクランク角センサ22が取り付けられている。

【0029】これらクランク角センサ22及び吸気側／

排気側カム角センサ 19、21 の各出力信号は、エンジン制御回路（以下「ECU」と表記する）23 に入力され、この ECU 23 によって吸気バルブと排気バルブの実バルブタイミングが演算されると共に、クランク角センサ 22 のクランク角信号の周波数によってエンジン回転速度が演算される。また、図示はしないが、吸気管圧力センサ、水温センサ、スロットルセンサ等のエンジン運転状態を検出する各種センサの出力信号も ECU 23 に入力され、これら各種センサ出力に基づいて吸気バルブと排気バルブの目標バルブタイミング（吸気側カム軸 16 の目標進角量と排気側カム軸 17 の目標遅角量）が演算される。

【0030】 ECU 23 は、吸気バルブの実バルブタイミング（吸気側カム軸 16 の実進角量）を目標進角量に一致させるように吸気側油圧制御弁 24 を制御して吸気側可変バルブタイミング装置 18 をフィードバック制御すると共に、排気バルブの実バルブタイミング（排気側カム軸 17 の実遅角量）を目標遅角量に一致させるように排気側油圧制御弁 25 を制御して排気側可変バルブタイミング装置 20 をフィードバック制御する。

【0031】 次に、図 2 乃至図 7 に基づいて、排気側可変バルブタイミング装置 20 の位相可変機構 63 の構成を説明する。ハウジング 31 は、排気側カム軸 17 の外周に回転自在に支持されたスプロケット 15 にボルト 32 で締め付け固定されている。これにより、クランク軸 12 の回転がタイミングチェーン 13 を介してスプロケット 15 とハウジング 31 に伝達され、スプロケット 15 とハウジング 31 がクランク軸 12 と同期して回転するようになっている。

【0032】 一方、排気側カム軸 17 は、シリンダヘッド 33 とベアリングキャップ 34 により回転可能に支持され、この排気側カム軸 17 の一端部に、ロータ 35 がストッパ 36 を介してボルト 37 で締め付け固定されている。このロータ 35 は、ハウジング 31 内に相対回転自在に収納されている。

【0033】 図 3 及び図 4 に示すように、ハウジング 31 の内部には、複数の流体室 40 が形成され、各流体室 40 が、ロータ 35 の外周部に形成されたベーン 41 によって進角室 42 と遅角室 43 とに区画されている。そして、ロータ 35 の外周部とベーン 41 の外周部には、それぞれシール部材 44 が装着され、各シール部材 44 が板ばね 45（図 2 参照）によって外周方向に付勢されている。これにより、ロータ 35 の外周面とハウジング 31 の内周面との隙間及びベーン 41 の外周面と流体室 40 の内周面との隙間がシール部材 44 でシールされている。

【0034】 図 2 に示すように、排気側カム軸 17 の外周部に形成された環状の進角溝 46 と遅角溝 47 が、それぞれ油圧制御弁 25 の所定ポートに接続され、エンジン 11 の動力でオイルポンプ 28 が駆動されることによ

り、オイルパン 27 から汲み上げたオイルが油圧制御弁 25 を介して進角溝 46 や遅角溝 47 に供給される。進角溝 46 に接続された進角油路 48 は、排気側カム軸 17 の内部を貫通してロータ 35 の左側面に形成された円弧状進角油路 49（図 3 参照）に連通するように形成され、この円弧状進角油路 49 が各進角室 42 に連通している。一方、遅角溝 47 に接続された遅角油路 50 は、排気側カム軸 17 の内部を貫通してロータ 35 の右側面に形成された円弧状遅角油路 51（図 4 参照）に連通するように形成され、この円弧状遅角油路 51 が各遅角室 43 に連通している。

【0035】 油圧制御弁 25 は、ソレノイド 53 とスプリング 54 で弁体を駆動する 4 ポート 3 位置切換弁であり、弁体の位置を、進角室 42 に油圧を供給する位置と、遅角室 43 に油圧を供給する位置と、進角室 42 と遅角室 43 のいずれにも油圧を供給しない位置との間で切り換えるようになっている。ソレノイド 53 の通電停止時には、スプリング 54 によって弁体が遅角室 43 に油圧を供給する位置に自動的に切り換えられ、カム軸位相を遅角させる方向に油圧が働くようになっている。

【0036】 進角室 42 と遅角室 43 に所定圧以上の油圧が供給された状態では、進角室 42 と遅角室 43 の油圧でベーン 41 が固定されて、クランク軸 12 の回転によるハウジング 31 の回転がオイルを介してロータ 35（ベーン 41）に伝達され、ロータ 35 と一体的に排気側カム軸 17 が回転駆動される。エンジン運転中は、進角室 42 と遅角室 43 の油圧を油圧制御弁 25 で制御してハウジング 31 とロータ 35（ベーン 41）とを相対回転させることで、クランク軸 12 に対する排気側カム軸 17 の回転位相、つまり、クランク角に対する排気バルブのバルブタイミングの位相を可変制御する。

【0037】 また、図 3 及び図 4 に示すように、いずれか 1 つのベーン 41 の両側部には、ハウジング 31 に対するロータ 35（ベーン 41）の相対回転範囲を規制するストッパ部 56 が形成され、このストッパ部 56 によってカム軸位相の最遅角位相と最進角位相が規制されている。更に、他のベーン 41 に形成されたロックピン収容孔 57 の内周に嵌合された円筒部材 61 内には、ハウジング 31 とロータ 35（ベーン 41）との相対回転をロックするためのロックピン 58 が収容され、このロックピン 58 がハウジング 31 に設けられたロック穴 59（図 2 参照）に嵌り込むことで、カム軸位相がその調整可能範囲の略中間位置（中間ロック位相）でロックされる。尚、この中間ロック位相は、始動に適した位相に設定されている。

【0038】 エンジン停止中は、スプリング 62 によってロックピン 58 がロック位置に保持される。従って、エンジン始動は、ロックピン 58 がロック位置に保持された状態（中間ロック位相）で行われ、エンジン始動後に、油圧によってロックピン 58 のロックが解除され

る。エンジン運転中は、油圧でロックピン 58 がロック解除位置に保持され、ハウジング 31 とロータ 35 とが相対回転可能な状態（つまり可変バルブタイミング制御が可能な状態）に保持される。尚、図示はしないが、吸気側可変バルブタイミング装置 18 は、排気側可変バルブタイミング装置 20 と同じ構成である。

【0039】 ECU 23 は、内蔵した ROM（記憶媒体）に記憶した図 5 のバルブタイミング制御プログラムを実行することで、排気バルブと吸気バルブのバルブタイミングを次のように制御する。本プログラムは所定時間毎に実行され、特許請求の範囲というバルブタイミング制御手段としての役割を果たす。本プログラムが起動されると、まず、ステップ 101 で、クランク角センサ 22 及びカム角センサ 21、19 の出力信号に基づいて、吸気バルブと排気バルブの両方の実バルブタイミングを算出する。

【0040】 この後、ステップ 102 で、図 6 に示すエンジン回転速度 NE と負荷 F とをパラメータとする排気バルブの目標閉弁タイミングマップを検索し、現在のエンジン回転速度 NE と負荷 F に応じた排気バルブの目標閉弁タイミングを求める。尚、負荷 F は、スロットル開度、吸気管圧力、吸入空気量等のうちの 1 つ以上に基づいて算出される。

【0041】 図 6 の排気バルブの目標閉弁タイミングマップは、次のように設定されている。低回転、低負荷領域では、負荷 F が大きくなるに従って、排気バルブの目標閉弁タイミングが、吸入 TDC（上死点）から例えば B TDC 20℃A（上死点前 20℃A）まで進角された後、再び吸入 TDC まで遅角されるように設定されている。低回転、中・高負荷領域では、負荷 F が大きくなるに従って、排気バルブの目標閉弁タイミングが、吸入 TDC から例えば A TDC 30℃A（上死点後 30℃A）まで進角された後、再び吸入 TDC 付近（但し、A TDC 側）まで遅角されるように設定されている。尚、高回転領域では、負荷 F の大きさに拘らず、排気バルブの目標閉弁タイミングが A TDC 側に設定されている。

【0042】 次に、ステップ 103 に進み、図 7 に示すエンジン回転速度 NE と負荷 F とをパラメータとする吸気バルブの目標閉弁タイミングマップを検索し、現在のエンジン回転速度 NE と負荷 F に応じた吸気バルブの目標閉弁タイミングを求める。

【0043】 図 7 の吸気バルブの目標閉弁タイミングマップは、次のように設定されている。低回転、低負荷領域では、吸気バルブの目標閉弁タイミングが、略吸入 TDC に設定されている。低回転、中・高負荷領域では、負荷 F が大きくなるに従って、吸気バルブの目標閉弁タイミングが、吸入 TDC から例えば A TDC 30℃A まで遅角された後、再び吸入 TDC 付近（但し、A TDC 側）まで進角されるように設定されている。尚、高回転領域では、負荷 F の大きさに拘らず、吸気バルブの目標

閉弁タイミングが B TDC 側に設定されている。

【0044】 この後、ステップ 104 に進み、排気バルブの実閉弁タイミングを目標閉弁タイミングに一致させるように排気側可変バルブタイミング装置 20 の油圧制御弁 25 をフィードバック制御し、吸気バルブの実閉弁タイミングを目標閉弁タイミングに一致させるように吸気側可変バルブタイミング装置 18 の油圧制御弁 24 をフィードバック制御する。

【0045】 以上説明した実施形態（1）のバルブタイミング制御を実行した場合の制御例を図 8 及び図 9 を用いて説明する。図 8 は、エンジン運転状態が低回転、低負荷領域（但しアイドル時よりも高い負荷領域）にある場合の制御例を示している。この場合、図 8（a）に示すように、排気バルブ早閉じ制御が実施され、排気バルブは、吸入 TDC よりも早いタイミングで閉弁される。吸気バルブは、ほぼ吸入 TDC で閉弁される。

【0046】 このように、排気バルブを吸入 TDC よりも早いタイミングで閉じれば、筒内に残留する燃焼ガスが筒内に閉じ込められ、内部 EGR ガスとなる。この際、吸気バルブは、残留ガスの閉じ込め後も暫く閉じた状態に維持されるため、従来のバルブオーバーラップによる内部 EGR と異なり、吸入空気を取り込みによる残留ガスの温度低下を防ぐことができると共に、排気バルブの閉弁から吸気バルブの開弁（吸入 TDC）までの期間に筒内の残留ガスをピストンで圧縮して残留ガスの温度を上昇させることができる【図 8（b）参照】。従って、低負荷運転時に内部 EGR（排気バルブ早閉じ制御）を実施しても、筒内温度を従来の内部 EGR よりも高温にした状態で筒内に混合気を取り入れることができ、筒内での燃料の霧化を向上させて燃焼状態を安定させることができる。これにより、低負荷運転時に内部 EGR（排気バルブ早閉じ制御）を実施しても、燃焼悪化によるエミッション悪化を防止できると共に、エンジン振動を低減してドライバビリティを向上でき、しかも、燃焼状態の安定化と内部 EGR との相乗効果によって燃費を向上できる。

【0047】 尚、本実施形態（1）では、排気バルブ早閉じ制御中に、吸気バルブを略吸入 TDC で開弁するようにしているが、吸入 TDC よりも遅いタイミングで開弁するようにしても良い。

【0048】 また、アイドル運転中は、図 8（a）に点線で示すように、排気バルブは、略吸入 TDC で閉弁される。これにより、アイドル運転中の残留ガス量は、排気バルブ早閉じ制御中の残留ガス量よりも少なくなる。アイドル運転中は、残留ガスが少ない方が燃焼状態が安定して、アイドル安定性を向上させることができ、アイドル時の振動を低減できると共に、アイドル時の未燃成分の排出量も低減できる。

【0049】 図 9 は、エンジン運転状態が中・高負荷領域又は高回転領域にある場合の制御例を示している。こ



の場合、図 9 ( a ) に示すように、排気バルブ遅閉じ制御が実施され、排気バルブが吸入 TDC よりも遅いタイミングで閉弁される。また、吸気バルブは、吸入 TDC よりも遅いタイミングで開弁される。

【 0050 】排気バルブ早閉じ制御では、残留ガスを圧縮するため、その分、ポンピング損失が増える。そこで、要求エンジン出力が比較的大きい中・高負荷運転中や高回転運転中は、排気バルブの開弁タイミングを略吸入 TDC 又はそれよりも遅いタイミングに設定して、ポンピング損失を減少させてエンジン出力を増加させながら、吸入 TDC から排気バルブが閉じるまでの期間に、排気系から排ガスを筒内に再吸入して内部 EGR 量を確保し、燃費向上を図るようにしている。

【 0051 】また、本実施形態 ( 1 ) では、図 9 に示すように、エンジン運転状態が中・高負荷領域にある場合に、吸気バルブを吸入 TDC 以後に開弁して、吸入空気量を少なくすることで、筒内の残留ガス量を多くして燃費向上効果を高めるようにしているが、図 10 に示すように、高負荷領域のうち全負荷領域では、エンジン出力の確保を優先して、吸気バルブを吸入 TDC よりも早いタイミングで開弁し、できるだけ早期に筒内への吸入空気の取り込みを開始して吸入空気量を増加させるようにしても良い。

【 0052 】また、本実施形態 ( 1 ) では、エンジン回転速度 NE と負荷 F に応じて排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブのバルブタイミングを変化させるようにしたので、排気バルブ早閉じ制御中の残留ガス量及び筒内温度を運転状態に応じて適正化することができ、残留ガス量が過多になって排気エミッションが悪化することを防止できると共に、筒内温度が上昇し過ぎてノッキングが発生することを防止できる。

【 0053 】尚、エンジン回転速度 NE と負荷 F の他に、冷却水温、燃焼ラフネス ( 燃焼不安定度 ) 等も考慮して排気バルブ早閉じ制御中の排気バルブのバルブタイミングを変化させるようにしても良い。

【 0054 】また、減速時 ( 燃料カット時を除く ) に、排気バルブ早閉じ制御を実施して、燃焼状態を安定化させながら燃費を向上させ、加速時に、排気バルブ遅閉じ制御を実施して、ポンピング損失を減少させて、エンジン出力を増加させるようにするようによい。

【 0055 】 [ 実施形態 ( 2 ) ] 次に、図 11 乃至図 13 を用いて本発明の実施形態 ( 2 ) を説明する。上記実施形態 ( 1 ) のように、位相可変機構 63 を用いて排気バルブ早閉じ制御を実施すると、図 8 ( a ) に示すように、排気バルブの開弁タイミングが進角されるのと同じ進角量だけ排気バルブの開弁タイミングも進角されてしまうため、図 8 ( b ) に示すように、膨張行程の終了時期が早まって、燃焼ガスが最後まで仕事を行わないうちに排気が開始されてしまい、その分、燃費向上効果が低下する。

【 0056 】そこで、本実施形態 ( 2 ) では、図 11 に示すように、排気側可変バルブタイミング装置 64 には、位相可変機構 63 の他に、排気バルブの作用角を変換する作用角可変機構 65 を搭載し、排気バルブの開弁タイミングをほとんど変化させずに、開弁タイミングのみを変化させて排気バルブ早閉じ制御を実施できるようにしている。

【 0057 】まず、作用角可変機構 65 の構成を説明する。シリンダヘッド 33 のうちの位相可変機構 63 の取付位置と反対側の位置には、カバー 66 とシリンダ部材 67 がボルト 68 によって固定され、これらカバー 66 とシリンダ部材 67 の内部に形成された油圧室が、ピストン部材 69 によって 2 つの油圧室 70、71 に区画されている。ピストン部材 69 は、ベアリング 72 を介して排気側カム軸 73 の先端部外周に回転自在に取り付けられ、排気側カム軸 73 が、ピストン部材 69 と共に軸方向に移動可能に設けられている。排気側カム軸 73 には、排気バルブを開閉駆動する排気カム 74 が固定され、該排気カム 74 は、軸方向にプロファイルが異なるように形成されている。そして、油圧室 70、71 の油圧を油圧制御弁 ( 図示せず ) で制御して、排気側カム軸 73 を軸方向に移動させることで、排気カム 74 のプロファイルを変化させて、排気バルブの作用角 ( 開弁期間 ) を可変する。その他のシステム構成は、前記実施形態 ( 1 ) と同じである。

【 0058 】本実施形態 ( 2 ) では、図 6 の排気バルブの目標開弁タイミングマップに加えて、図 12 に示すエンジン回転速度 NE と負荷 F とをパラメータとする排気バルブの目標開弁タイミングマップを用いて、排気バルブのバルブタイミングを制御する。

【 0059 】図 12 の排気バルブの目標開弁タイミングマップは、エンジン回転速度 NE と負荷 F が大きくなるに従って、排気バルブの目標開弁タイミングが、例えば、BBDC 20℃A ( 下死点前 20℃A ) から BBDC 70℃A まで進角されるように設定されている。

【 0060 】図 13 は、エンジン運転状態が低回転、低負荷領域 ( 但しアイドル時よりも高い負荷領域 ) にある場合の制御例を示している。この場合、図 13 ( a ) に示すように、排気バルブ早閉じ制御が実施され、排気バルブの開弁タイミングは、吸入 TDC よりも早くなるが、排気バルブの開弁タイミングは、アイドル時とはほぼ同じタイミングに維持される。これにより、図 13

( b ) に示すように、膨張行程の終了時期が早まることを防止でき、燃焼ガスの有効仕事が増加することを防止でき、燃費向上効果を高めることができる。

【 0061 】 [ 実施形態 ( 3 ) ] 本発明の実施形態 ( 3 ) では、図示しない吸気側可変バルブタイミング装置にも、位相可変機構と作用角可変機構とが設けられている。その他のシステム構成は、前記実施形態 ( 2 ) と同じである。

【0062】本実施形態(3)では、図7の吸気バルブの目標閉弁タイミングマップに加えて、図14に示すエンジン回転速度NEと負荷Fとをパラメータとする吸気バルブの目標閉弁タイミングマップを用いて、吸気バルブのバルブタイミングを制御する。

【0063】図14の吸気バルブの目標閉弁タイミングマップは、エンジン回転速度NEと負荷Fが小さくなるに従って、吸気バルブの目標閉弁タイミングが、ABDC(下死点後)からBBDC90℃A(下死点前90℃A)まで進角されるように設定されている。この場合、低回転の部分負荷領域では、負荷Fが小さくなるに従って、吸気バルブの目標閉弁タイミングが、BDCから例えばBBDC90℃Aまで進角されるように設定され、全負荷領域では、吸気バルブの目標閉弁タイミングがABDC側に設定されている。

【0064】図15は、エンジン運転状態が低回転、低負荷領域(但しアイドル時よりも高い負荷領域)にある場合の制御例を示し、図16は、エンジン運転状態が低回転、中・高負荷領域(但し全負荷領域は除く)にある場合の制御例を示している。このように、エンジン運転状態が、低回転、部分負荷領域にある場合、図15

(a)、図16(a)に示すように、吸気バルブは、下死点よりも早いタイミングで閉弁される。このように、吸気バルブを下死点よりも早いタイミングで閉じれば、有効圧縮比を減少させてポンピング損失を低減させることができ、燃費を向上させることができる。尚、図15の制御例のように、排気バルブ早閉じ制御中に、吸気バルブを早く閉じて有効圧縮比を減少させても、排気バルブ早閉じ制御による筒内温度上昇によって燃焼状態を安定化させることができ、燃焼状態の悪化を抑えることができる。

【0065】図17は、エンジン運転状態が、全負荷領域にある場合の制御例を示している。この場合、吸気バルブは、下死点よりも遅いタイミングで閉弁される。これにより、下死点以後も吸入空気を慣性により筒内に充填して吸入空気量を増大させ、全負荷運転時の要求エンジン出力を確保できるようにしている。

【0066】【実施形態(4)】上記各実施形態(1)～(3)では、吸気ポート噴射式のガソリンエンジンにおいて排気バルブ早閉じ制御を実施したが、本発明の実施形態(4)では、筒内に燃料を噴射する筒内噴射式ガソリンエンジンにおいて排気バルブ早閉じ制御を実施するようにしている。

【0067】本実施形態(4)では、図18に示すエンジン回転速度NEと負荷Fとをパラメータとする排気バルブの目標閉弁タイミングマップを用いて、排気バルブ早閉じ制御を実施する。図18の排気バルブの目標閉弁タイミングマップは、エンジン回転速度NEと負荷Fが小さくなるに従って、排気バルブの目標閉弁タイミングが、例えばBTDC80℃A(上死点前80℃A)まで

進角されるように設定されている。

【0068】筒内噴射式エンジンは、点火プラグの近傍に燃料を噴射して成層混合気を形成して成層燃焼させるため、吸気ポート噴射式エンジンよりも内部EGR量(残留ガス量)を多くしても安定燃焼させることができる。ところが、筒内噴射式エンジンは、圧縮比を高くするために、吸入TDC付近で、ピストン上端面が燃焼室の上面にかなり接近するように設計されている。このため、従来のバルブオーバーラップによる内部EGR制御では、排気バルブの閉弁タイミングを遅角し過ぎたり、吸気バルブの開弁タイミングを進角し過ぎると、吸入TDC付近で排気バルブや吸気バルブがピストンに衝突してしまうため、内部EGR量をあまり増大させることができなかった。

【0069】その点、本実施形態(4)では、筒内噴射式エンジンにおいて排気バルブ早閉じ制御を実施して、排気バルブの閉弁タイミングを吸入TDCよりも進角側に制御するようにしたので、その進角量を大きくして残留ガス量を多くしても、排気バルブがピストンに衝突することを回避できる。このため、排気バルブの閉弁タイミングを、最大で例えばBTDC80℃Aまで進角させることができ、高温の残留ガスを増大させることができ、筒内温度を上昇させて燃焼性を向上させることができ、未燃成分の排出量を低減することができる。

【0070】尚、ディーゼルエンジンにおいても、排気バルブ早閉じ制御を実施するようにしても良い。ディーゼルエンジンは、筒内噴射式エンジンよりも更に圧縮比が高く、吸・排気バルブとピストンの衝突の問題により、従来の方法では、内部EGR量(残留ガス量)を増やすことができなかったが、本発明の排気バルブ早閉じ制御によって、残留ガス量を増大させてEGR効果を高めることが可能となり、NOxとPM(粒子状物質)を同時に低減することができる。

【0071】また、筒内混合気の空燃比を理論空燃比よりもリーン側に制御するリーンバーンエンジンにおいても、排気バルブ早閉じ制御を実施するようにしても良い。この場合、排気バルブ早閉じ制御による燃焼状態の安定化により、筒内混合気のリーン燃焼限界をリーン側に拡大することができ、その分、燃費を向上できると共に、NOx排出量を低減することができる。

【0072】【その他の実施形態】上記各実施形態(1)～(4)では、低負荷運転中に排気バルブ早閉じ制御を実施するようにしたが、部分負荷運転中に、排気バルブ早閉じ制御を実施するようにしても良い。部分負荷運転中は、全負荷運転時に比べて吸入空気量が少なく、残留ガス割合が高くなるため、排気バルブ早閉じ制御を実施すれば、筒内温度を効果的に上昇させることができ、燃焼状態を安定化させることができる。

【0073】また、ノッキング発生時には、排気バルブ早閉じ制御を禁止して、排気バルブ遅閉じ制御を実施す

るか又は排気バルブの開弁タイミングを遅角側に制御するようにしても良い。このようにすれば、ノッキング発生時に、筒内温度を排気バルブ早閉じ制御時よりも低下させることができるので、ノッキングの発生を抑制することができる。

【0074】その他、本発明は、排気側カム軸のみに可変バルブタイミング装置を設けて、排気バルブのバルブタイミングのみを可変するようにしても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)を示す制御システム全体の概略構成図

【図2】位相可変機構の縦断面図

【図3】図2のA-A線に沿って示す断面図

【図4】図2のB-B線に沿って示す断面図

【図5】バルブタイミング制御プログラムの処理の流れを示すフローチャート

【図6】実施形態(1)の排気バルブの目標開弁タイミングマップの一例を示す図

【図7】実施形態(1)の吸気バルブの目標開弁タイミングマップの一例を示す図

【図8】実施形態(1)の低回転、低負荷運転中の制御例を説明するためのもので、(a)はバルブタイミング特性を示す図、(b)は筒内圧力と筒内体積の変化特性を示す図

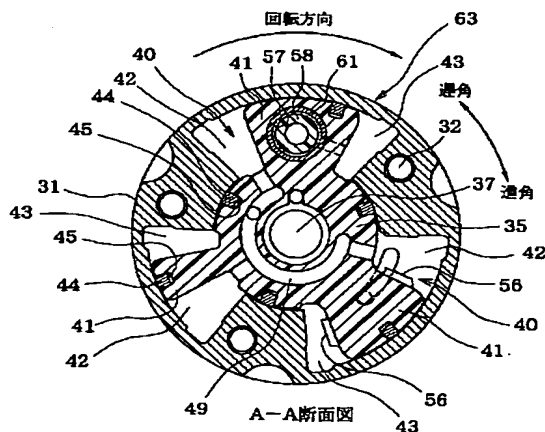
【図9】実施形態(1)の中・高負荷運転中の制御例を説明するためのもので、(a)はバルブタイミング特性を示す図、(b)は筒内圧力と筒内体積の変化特性を示す図

【図10】実施形態(1)の他の制御例を説明するためのバルブタイミング特性を示す図

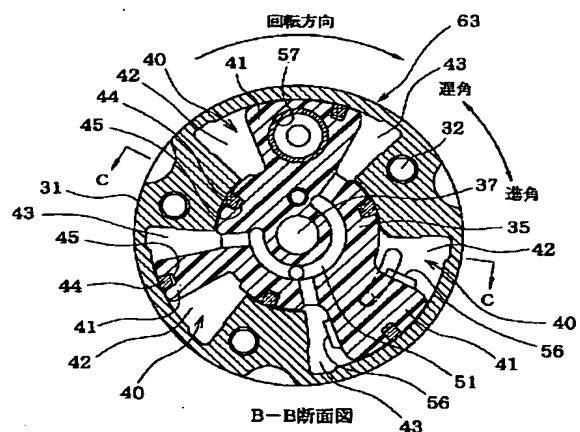
【図11】実施形態(2)における作用角可変機構の部分破断縦断面図

【図12】実施形態(2)の排気バルブの目標開弁タイミングマップの一例を示す図

【図3】



【図4】



【図13】実施形態(2)の低回転、低負荷運転中の制御例を説明するためのもので、(a)はバルブタイミング特性を示す図、(b)は筒内圧力と筒内体積の変化特性を示す図

【図14】実施形態(3)の吸気バルブの目標開弁タイミングマップの一例を示す図

【図15】実施形態(3)の低回転、低負荷運転中の制御例を説明するためのもので、(a)はバルブタイミング特性を示す図、(b)は筒内圧力と筒内体積の変化特性を示す図

【図16】実施形態(3)の低回転、中・高負荷運転中の制御例を説明するためのもので、(a)はバルブタイミング特性を示す図、(b)は筒内圧力と筒内体積の変化特性を示す図

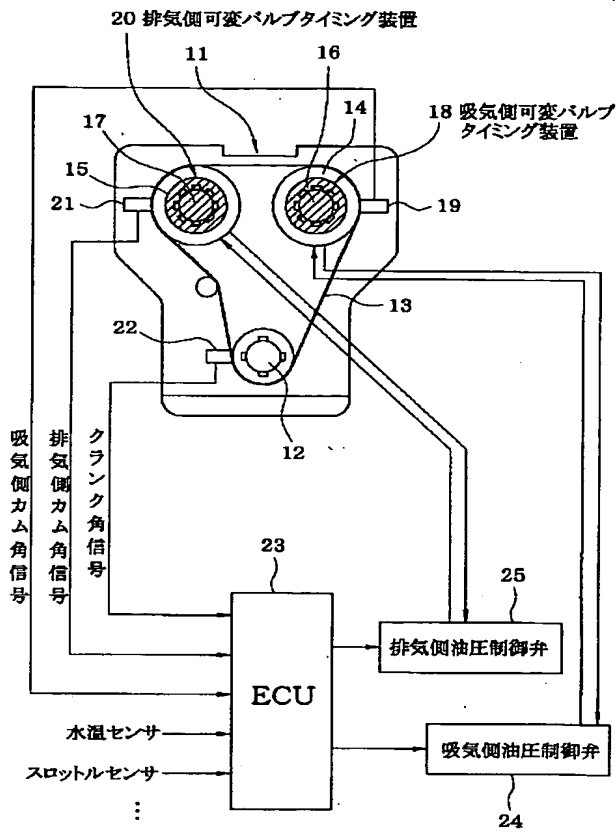
【図17】実施形態(3)の全負荷運転中の制御例を説明するためのもので、(a)はバルブタイミング特性を示す図、(b)は筒内圧力と筒内体積の変化特性を示す図

【図18】本発明を筒内噴射式エンジンに適用した実施形態(4)の排気バルブの目標開弁タイミングマップの一例を示す図

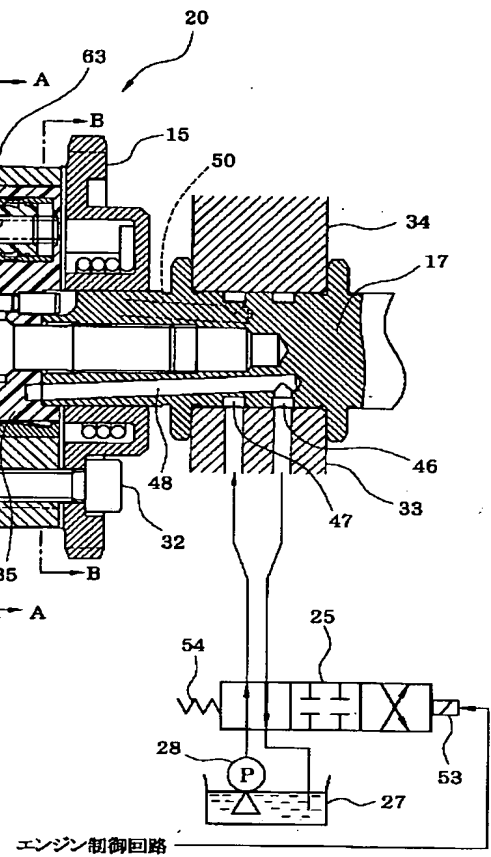
#### 【符号の説明】

11…エンジン(内燃機関)、12…クランク軸、16…吸気側カム軸、17…排気側カム軸、18…吸気側可変バルブタイミング装置、20…排気側可変バルブタイミング装置、23…ECU(バルブタイミング制御手段)、24…吸気側油圧制御弁、25…排気側油圧制御弁、31…ハウジング、35…ロータ、41…ペーン、42…進角室、43…遅角室、63…位相可変機構、64…排気側可変バルブタイミング装置、65…作用角可変機構、66…カバー、67…シリンダ部材、69…ピストン部材、70、71…油圧室、73…排気側カム軸、74…排気カム。

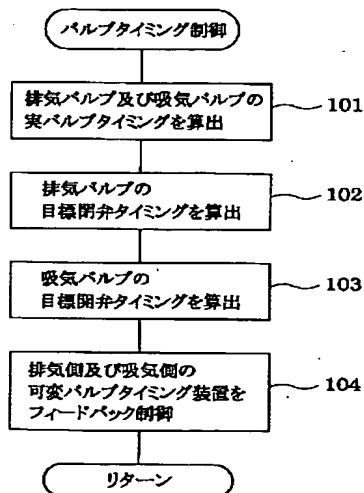
【図 1】



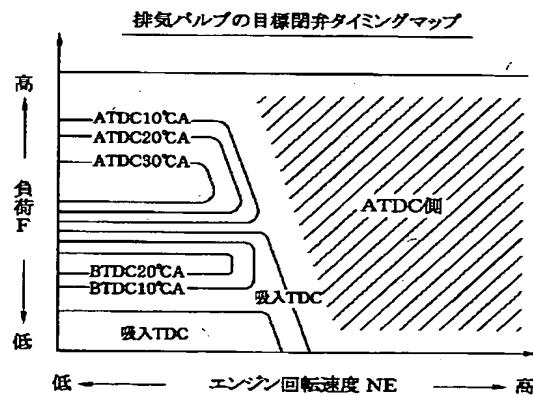
【図 2】



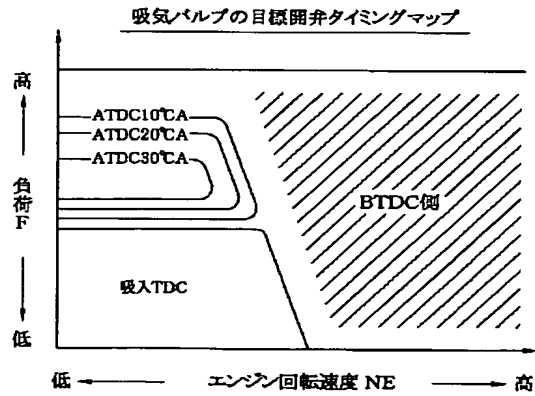
【図 5】



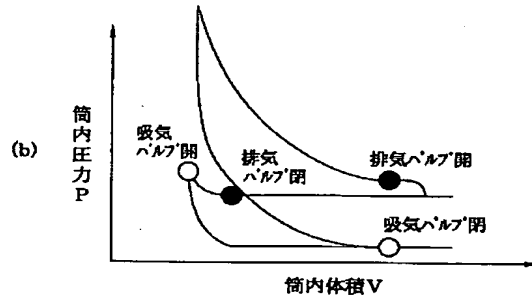
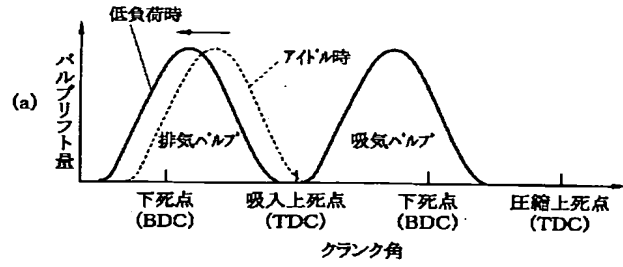
【図 6】



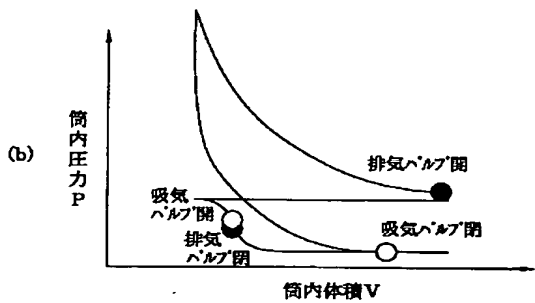
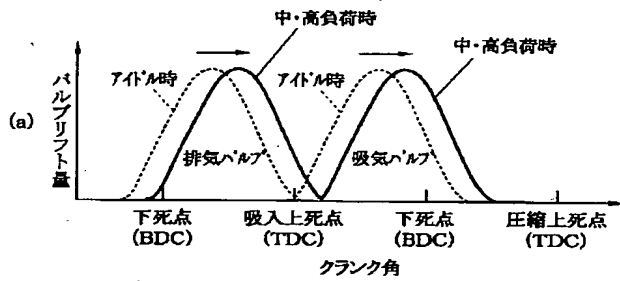
【図 7】



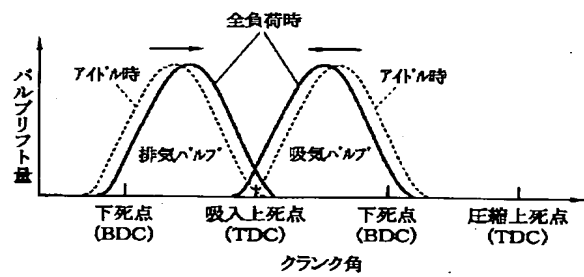
【図 8】



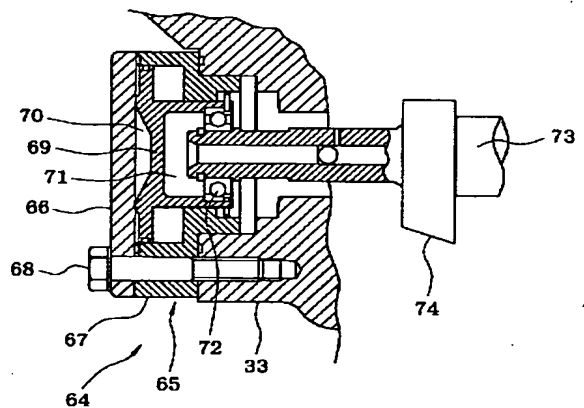
【図 9】



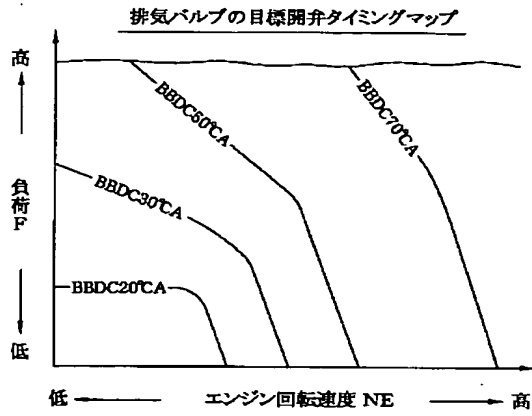
【図 10】



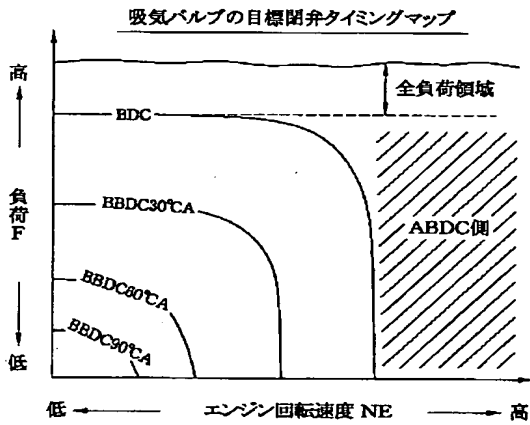
【図 11】



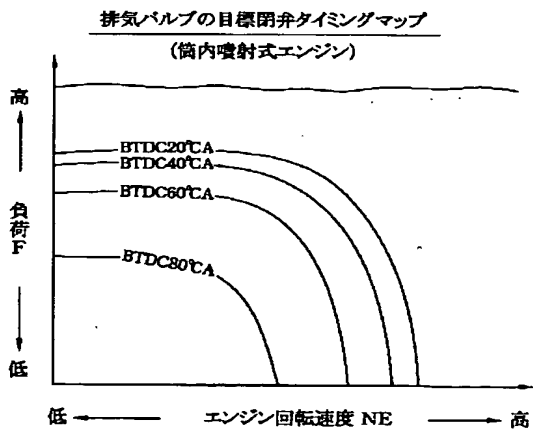
【図 12】



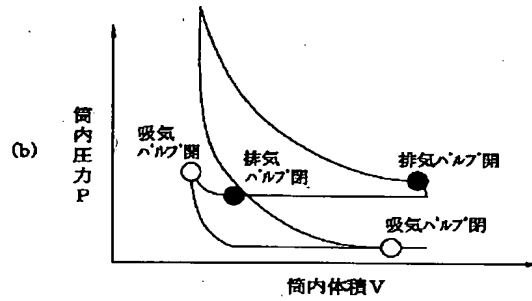
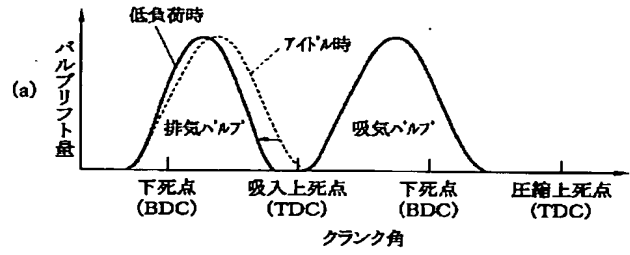
【図 14】



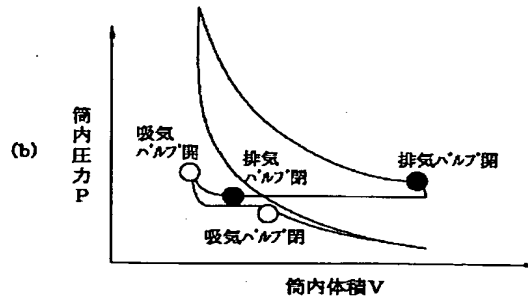
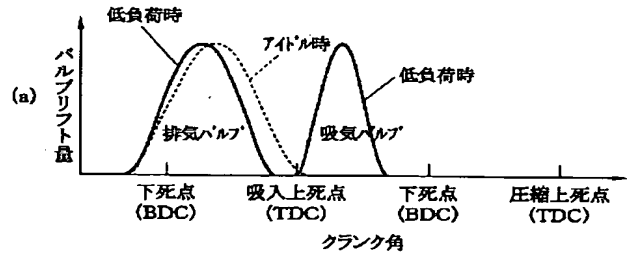
【図 18】



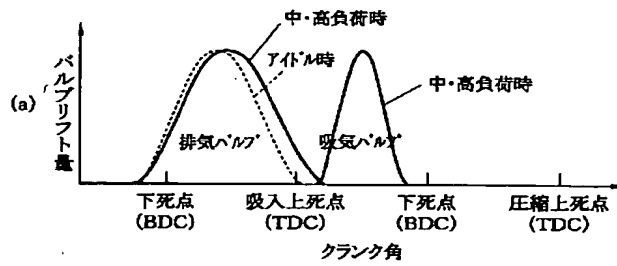
【図 13】



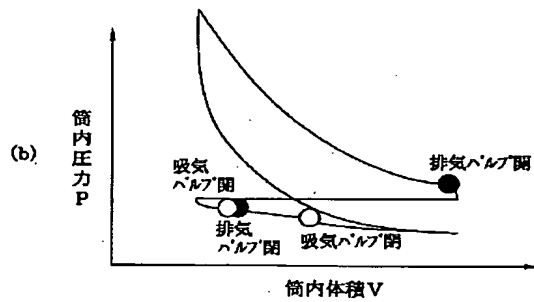
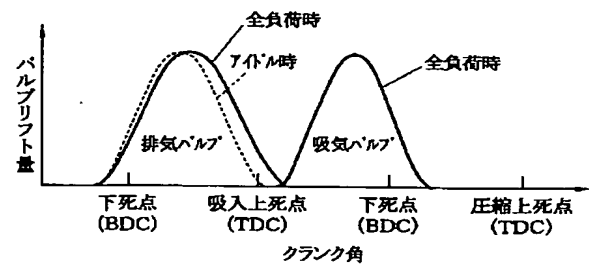
【図 15】



【図 16】



【図 17】



フロントページの続き

Fターム (参考) 3G018 AA11 AB12 BA10 BA33 CA19  
 DA54 DA74 EA02 EA04 EA12  
 EA13 EA14 EA31 EA32 FA01  
 FA08 FA09 FA23 FA26 GA07  
 GA08 GA09  
 3G092 AA01 AA02 AA06 AA11 DA09  
 DA12 DG05 EA03 EA04 EA07  
 EA11 EC10 FA03 FA15 FA24  
 HA05Z HA06Z HC04Z HE01Z  
 HE03Z HE08Z